



ESMERALDA NERI  
 DIPARTIMENTO DI CHIMICA INDUSTRIALE "TOSO MONTANARI"  
 UNIVERSITÀ DI BOLOGNA  
 ESMERALDA.NERI@UNIBO.IT

## ANALISI DEL CICLO DI VITA E GESTIONE DEI RIFIUTI

*La sostenibilità di processi di gestione dei rifiuti, di recupero dell'energia e dei materiali è stata studiata attraverso la metodologia di Analisi del Ciclo di Vita. Lo scopo è lo studio degli impatti della gestione dei rifiuti confrontando nuove tecnologie sul mercato con sistemi tradizionali. I risultati confermano che la sostenibilità deve essere valutata considerando tutti gli stadi e i flussi di un sistema al fine di evitare lo spostamento dei carichi ambientali.*

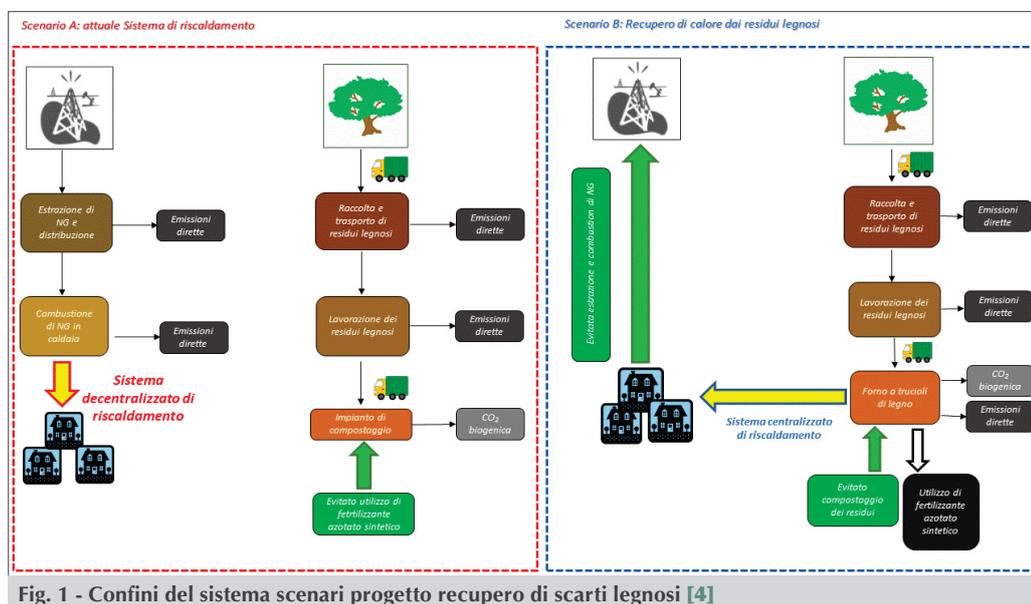


Fig. 1 - Confini del sistema scenari progetto recupero di scarti legnosi [4]

È importante sottolineare che anche la Commissione Europea ha dichiarato la sua intenzione nel focalizzare gli investimenti per promuovere lo sviluppo e l'adozione di tecnologie innovative in una serie di settori, inclusa la simbiosi industriale, come un modello sostenibile di business per il recupero di materiali, calore ed energia elettrica [3]. Una più completa consapevolezza di quel che

Durante il programma di dottorato in chimica, con un curriculum in chimica dell'ambiente, svolto presso l'Università di Bologna, è stata indagata la sostenibilità di sistemi di gestione dei rifiuti e di processi di recupero dell'energia e dei materiali attraverso l'applicazione della metodologia LCA (Analisi del Ciclo di Vita) [1, 2], che permette di avere un approccio sistematico in grado di supportare strategie orientate alla valutazione ambientale per ottenere dei miglioramenti dal punto di vista industriale.

Lo studio è volto all'analisi e comprensione degli effetti globali del settore della gestione dei rifiuti al fine di studiare la via migliore per la gestione degli stessi, prendendo in considerazione le tecnologie disponibili sul mercato e le caratteristiche di ogni caso studio su scala locale, valutando la loro sostenibilità a confronto con sistemi tradizionali, con una prospettiva di ciclo di vita e di economia circolare.

significa sostenibilità è possibile solo attraverso l'applicazione di un'analisi specifica per il caso studio indagato. Per questo motivo è molto importante collaborare con le aziende: la condivisione di dati primari è cruciale. Grazie a questo aspetto, il lavoro di dottorato ha permesso lo sviluppo di numerose collaborazioni stimulate dal comune interesse verso l'innovazione, tra queste:

- Università internazionali: Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals dell'università Autònoma de Barcelona e Università di Valencia;
- aziende nazionali ed internazionali: Romagna Compost Srl, ARPA Marche, Cartiera Marchigiana Srl, Cooperativa Città Verde, GMP Bioenergy Srl, IRCI SpA, A.R.P. Soc. Agr. Coop., Schmack Biogas, Curti SpA;
- organizzazioni internazionali: Climate-KIC.

Le numerose collaborazioni hanno permesso di studiare il tema prendendo in considerazione aspetti differenti. In collaborazione con una cooperativa in provincia di

La Divisione di Chimica dell'Ambiente e dei Beni culturali ha assegnato il Premio di Dottorato a Esmeralda Neri, per la tesi "Application of Environmental Sustainability Assessment Methodologies to Waste Management Systems and to Energy and Material Recovery Processes".

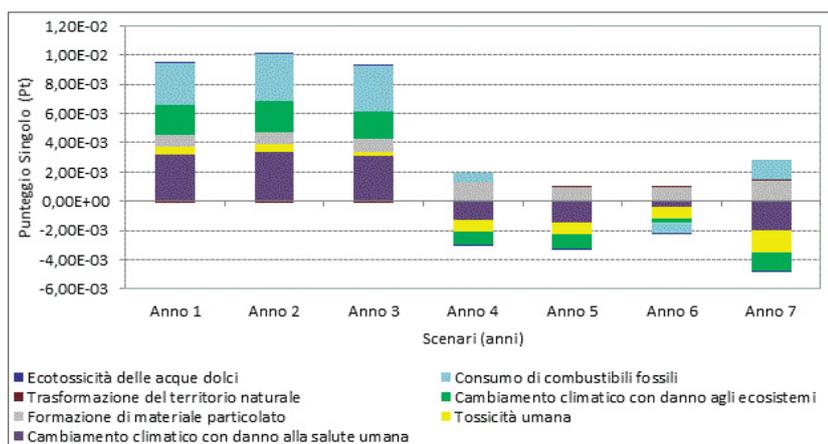


Fig. 2 - Risultati dell' studio dell'evoluzione temporale dell'impatto di un processo di gestione di rifiuti organici [5]

Bologna che si occupa del recupero di scarti legnosi derivanti dalla manutenzione stradale si è valutata l'ipotesi di utilizzarli per alimentare un impianto di riscaldamento centralizzato per la produzione di energia termica per edifici pubblici, rispetto al trattamento tradizionale presso un impianto di compostaggio, comprendendo nei confini del sistema tutte le fasi di trattamento del legname stesso (Fig. 1) [4], mostrando risultati vantaggiosi per questo sfruttamento alternativo soprattutto in termini di impatto sul cambiamento climatico e consumo di combustibili fossili.

La metodologia di analisi del ciclo di vita per lo studio della gestione integrata dei rifiuti è stata applicata anche allo studio dell'evoluzione temporale di un impianto di trattamento di rifiuto organico evoluto negli anni da un impianto di solo compostaggio ad un sistema integrato di digestione anaerobica e compostaggio (Fig. 2) [5].

Dall'analisi dei risultati è emerso come ci sia stato un significativo calo dell'impatto globale complessivo del processo con l'introduzione del sistema integrato anaerobico-aerobico, dovuto principalmente alla produzione di energia elettrica (con un conseguente impatto evitato per quel che riguarda il cambiamento climatico), in aggiunta alla produzione di compost, e all'evitato smaltimento in discarica del rifiuto stesso.

Congiuntamente allo studio legato alla gestione integrata dei rifiuti e al recupero energetico, è risultato di particolare importanza nello sviluppo del lavoro di dottorato il tema del recupero di materia. Prestando attenzione a particolari casi studio, come quello del recupero di rifiuti da materiali tecnici, ad esempio i pneumatici a fine vita, è stato possibile constatare come grande importanza nella valutazione di impatto ambientale di un processo di riciclo sia data dall'uso commerciale (e dal valore economico) delle tipologie di materiali che è possibile sostituire grazie al processo di riciclo stesso.

I risultati che emergono dall'analisi dei singoli casi studio confermano che la sostenibilità nel settore della gestione dei rifiuti deve essere valutata considerando tutti gli stadi e tutti i flussi coinvolti in ogni sistema al fine di evitare lo spostamento dei carichi ambientali da uno stadio ad un altro.

Nel futuro, inoltre, le analisi LCA dovrebbero essere sempre di più supportate anche da altri strumenti in grado di studiare le altre due dimensioni della sostenibilità, rappresentate dalle sfere sociale ed economica, attraverso la combinazione con altri strumenti complementari alla LCA

(per esempio LCC, life cycle costing, e sLCA, social life cycle assessment), così come l'applicazione dell'analisi di valutazione del rischio, al fine di perseguire uno Sviluppo Sostenibile.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] UNI EN ISO 14040:2006, *Environmental management, life cycle assessment, principles and framework*, National Institution for Italian Unification (UNI), 2006.
- [2] UNI EN ISO 14044:2006, *Environmental management, life cycle assessment, requirements and guidelines*, National Institution for Italian Unification (UNI), 2006.
- [3] European Commission, *Communication from the commission to the European Parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions, Through a Circular economy: program for a zero waste Europe*, Bruxelles, European Commission, 2014.
- [4] E. Neri, D. Cespi, L. Setti *et al.*, *Energies*, 2016, **9**, 922.
- [5] E. Neri, F. Passarini, D. Cespi *et al.*, *Journal of Cleaner Production*, 2018, **171**, 1006.

## Life Cycle Assessment and Waste Management

The sustainability of waste management, energy and material recovery processes has been investigated through the application of the Life Cycle Assessment methodology. The aim is to study the impacts of the waste management sector comparing new technologies on the market with traditional systems. Results confirms that sustainability should be evaluated considering all stages and flows involved in a system in order to avoid the shifting of the environmental burdens.